

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application: 2003年 6月 9日

出願番号

Application Number: 特願2003-164110

[ ST.10/C ]:

[ JP2003-164110 ]

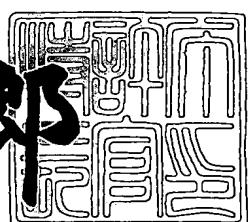
出願人

Applicant(s): 三菱電機株式会社

2003年 6月 30日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3051570

【書類名】 特許願

【整理番号】 545084JP01

【提出日】 平成15年 6月 9日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01Q 1/42

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

【氏名】 宇佐美 亮

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

【氏名】 尾崎 毅志

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

【氏名】 鶴田 潤

【特許出願人】

【識別番号】 000006013

【氏名又は名称】 三菱電機株式会社

【代理人】

【識別番号】 100066474

【弁理士】

【氏名又は名称】 田澤 博昭

【選任した代理人】

【識別番号】 100088605

【弁理士】

【氏名又は名称】 加藤 公延

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 020640

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 レドーム

【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1の表皮材の一方の側に第1のコア材を有し、該第1のコア材の前記第1の表皮材と反対側に、コア材及び表皮材よりも高い比誘電率を有する高比誘電率層を有し、該高比誘電率層の前記第1のコア材と反対側に第2のコア材を有し、該第2のコア材の前記高比誘電率層と反対側に第2の表皮材を有する積層構造を有することを特徴とするレドーム。

【請求項2】 表皮材とコア材との比誘電率の差が1.5以下であり、かつ、高比誘電率層の比誘電率が4以上20以下であることを特徴とする請求項1記載のレドーム。

【請求項3】 表皮材とコア材との比誘電率の差が1.5よりも大きく、かつ、高比誘電率層の比誘電率が10以上55以下であることを特徴とする請求項1記載のレドーム。

【請求項4】 表皮材、コア材、および高比誘電率層の少なくとも一つが、  
BaTiO<sub>3</sub>、CaTiO<sub>3</sub>、MgTiO<sub>3</sub>、SrTiO<sub>3</sub>、(Zr, Sn)TiO<sub>4</sub>、BaTi<sub>4</sub>O<sub>9</sub>、Ba<sub>2</sub>Ti<sub>9</sub>O<sub>20</sub>、(Mg, Ca)TiO<sub>3</sub>、Ba(Zr, Ti)O<sub>3</sub>、Ba(Mg, Ta)O<sub>3</sub>、Ba(Zn, Ta)O<sub>3</sub>、BaTiO<sub>4</sub>、WO<sub>3</sub>、TiO<sub>2</sub>、Bi<sub>4</sub>Ti<sub>3</sub>i<sub>4</sub>O<sub>12</sub>、BaZrO<sub>3</sub>、CaSnO<sub>3</sub>、アルミナ、シリコンよりなる群から選ばれた少なくとも1種類を含むことを特徴とする請求項1から請求項3のうちのいずれか1項記載のレドーム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、レーダーを収納するレドームに関し、さらに詳しくは、航空機や車両などに搭載する空力学的形状を有するレドームに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

通信技術と情報処理技術の進歩に伴い、航空機や車両などから双方向に情報通

信を行う技術が実用化されつつある。特に航空機に関しては、搭載したアンテナシステムから衛星を介して通信できるように、従来以上に広範なビーム走査性が要求されている。これに伴い、レドームに対しては、アンテナから入出力される電磁波がレドーム壁で反射するために生じる損失が、より広いアンテナ走査角について小さいことが求められている。

## 【0003】

半球型形状である地上型レドームと異なり空気抵抗の少ない空力学的形状を有するレドームでは、電磁波のレドーム壁への入射角が一様ではない。一般にレドーム壁に対して大きい角度で電磁波が入射すると、損失が大きくなる。したがって、より広いアンテナ走査角について、アンテナが入出力する電磁波の損失を小さくするためには、レドーム壁における電磁波の損失が、広い範囲の入射角について小さいことが求められている。

## 【0004】

例えば航空機用レドームは通常、コア材を表皮材で挟んで積層したサンドイッチ構造として製造されている。従来技術においては、損失を低減するために、比誘電率の高い表皮材の間に比誘電率の低いコア材を設けることによりレドームを製造していた（例えば、非特許文献1参照）。

## 【0005】

また、航空機搭載用レドームは誘電特性と空力に耐える機械強度とが両立することが求められるが、レドームの誘電特性を調整する目的で、 $TiO_2$ とシアネット樹脂との混合物に限定して、セラミック粉末と樹脂との複合材料を用いる技術が示されている（例えば、特許文献1参照）。

## 【0006】

## 【非特許文献1】

電子情報通信学会編、「アンテナ工学ハンドブック」オーム社、1980年10月30日、p. 301

## 【特許文献1】

米国特許第5, 936, 025号公報

## 【0007】

## 【発明が解決しようとする課題】

空力的形状を有するレドームでは、アンテナ走査角が変化するとレドーム壁への電磁波の入射角がそれ以上に大きく変化するという特徴がある。そのため従来の技術によって構成された空力的形状を有するレドームでは、あるアンテナ走査角において透過損失が極度に増大してアンテナ性能が低下するという課題があった。

## 【0008】

また従来の技術によって構成された空力的形状を有するレドームでは、入射角とともに透過損失が変化するために、アンテナの軸比がずれるなどの不都合が生じていた。これはアンテナ設計上多大なコスト増につながるとともにアンテナ性能低下をもたらしていた。

## 【0009】

この発明は、上記のような課題を解決するためになされたものであり、電磁波のレドーム入射角が大きくても電磁波の損失を小さく抑えることができ、かつ、損失の入射角依存性が極めて小さいレドームを得ることを目的とする。

## 【0010】

## 【課題を解決するための手段】

この発明に係るレドームは、第1の表皮材の一方の側に第1のコア材を有し、第1のコア材の第1の表皮材と反対側に、コア材及び表皮材よりも高い比誘電率を有する高比誘電率層を有し、高比誘電率層の第1のコア材と反対側に第2のコア材を有し、第2のコア材の高比誘電率層と反対側に第2の表皮材を有する積層構造を有するものである。

## 【0011】

## 【発明の実施の形態】

この発明の実施の一形態について説明する。

## 実施の形態1.

この発明の実施の形態1に係るレドーム10について、図1および図2を参照して説明する。なお、図1はこの発明の実施の形態1に係るレドーム10を説明するための図であり、図2は実施の形態1において、入射角0～70度までの透

過損失変動の高比誘電率層の比誘電率に対する依存性を説明するための図である

【0012】

実施の形態1に係るレドーム10は図1に示すように、高比誘電率層1を挟んで両側にコア材2a, 2bが積層され、さらにそれらを挟んで表皮材3a, 3bが積層されている。また、外側に積層された表皮材3bの上に塗装材4が塗装されている。レドーム10にはアンテナ5が収容される。

【0013】

図1に示した積層構造のレドーム10を製造するには、例えば以下の工程で行うことができる。例えばクオーツなどの強化纖維と樹脂との混合物であり熱硬化後に表皮材3a, 3bとなるプリプレグを用意する。一方、比誘電率調整材料であるセラミック粉末をコア材原料に添加、分散させてからシート状に成形することによって、熱硬化後にコア材2a, 2bとなる部材を用意する。

【0014】

また、比誘電率調整材料であるセラミック粉末を樹脂原料に所定量を添加、分散させてからシート状に成形することによって、熱硬化後に高比誘電率層1となる部材を用意する。これらを成型用金型上に表皮材3a、コア材2a、高比誘電率層1、コア材2b、表皮材3bの順に積層してから熱硬化する。この表面に塗装材を塗布することによって、レドーム10を成形することができる。

【0015】

我々は銳意研究の結果、コア材の厚みを分割し、その2つ分割されたコア材の中間に、表皮材及びコア材よりも比誘電率の高い高比誘電率層を設置することにより、サンドイッチパネルの透過損失を一様に低減できることを見出し、さらに表皮材とコア材との比誘電率差が1.5以下の場合と1.5より大きい場合とで高比誘電率層の最適な比誘電率範囲は異なることを判明した。この場合、表皮材とコア材の何れの比誘電率を大きくしてよい。

【0016】

この実施の形態1では表皮材とコア材との比誘電率差が1.5以下の場合について高比誘電率層の比誘電率最適値を求めた。

アンテナの利得を得るために透過損失は0.5dB以下でなければならず、また、アンテナの軸比を得るために入射角0~70度に渡って透過損失の変動が0.2dB以内でなければならぬ。比誘電率の異なる高比誘電率層を有するサンドイッチパネルについて、入射角0~70度までの透過損失を測定し、その変動を調べた。図2に示すようにその結果から、高比誘電率層の比誘電率が4以上20以下のとき上記の条件を満たし、透過損失変動が安定して得られる良好なレドーム特性が得られた。

## 【0017】

高比誘電率層の比誘電率が4未満または20よりも大きいとき、透過損失が0.5dB以上になる、あるいは透過損失が0.2dB以上の変動を持つため、アンテナの利得が低下する。

## 【0018】

表皮材とコア材との比誘電率差を1.5以下に調整するためには、例えば比誘電率3500であるBaTiO<sub>3</sub>を主成分とするセラミック粉末などをコア材に所定量添加することができる。

## 【0019】

また高比誘電率層の比誘電率を4以上20以下に調整するためには、例えば比誘電率3500であるBaTiO<sub>3</sub>を主成分とするセラミック粉末などを樹脂に所定量添加することができる。

## 【0020】

この実施の形態1では、コア材と表皮材の比誘電率の差を1.5以下としたので、高比誘電率層の比誘電率を4以上20以下とすることによって、0~70度までの広い入射角に渡って透過損失を0.3dB以下に抑えることが可能となるものである。

## 【0021】

この実施の形態1においては、表皮材に用いる強化繊維として例えばクオーツ繊維を用いたが、他の強化繊維を用いても同様な効果を得ることができる。

また、比誘電率を調整するためにBaTiO<sub>3</sub>を主成分とするセラミック粉末をコア材原料に添加したが、BaTiO<sub>3</sub>、CaTiO<sub>3</sub>、MgTiO<sub>3</sub>、Sr

$TiO_3$ 、 $(Zr, Sn)TiO_4$ 、 $BaTi_4O_9$ 、 $Ba_2Ti_9O_{20}$ 、 $(Mg, Ca)TiO_3$ 、 $Ba(Zr, Ti)O_3$ 、 $Ba(Mg, Ta)O_3$ 、 $Ba(Zn, Ta)O_3$ 、 $BaTiO_4$ 、 $WO_3$ 、 $TiO_2$ 、 $Bi_4Ti_3O_{12}$ 、 $BaZrO_3$ 、 $CaSnO_3$ 、アルミナ、シリコンのうちの少なくとも何れか1つを添加しても同様の効果を得ることができる。

## 【0022】

また、この発明の取りうる実施の形態として、例えば比誘電率を調整するためセラミック粉末の一種である $TiO_2$ をコア材料に添加するものがあるが、この場合は樹脂材料としてエポキシなどを用いる。

## 【0023】

## 実施の形態2.

この発明の実施の形態2に係るレドームについて、図3を参照して説明する。実施の形態2は、実施の形態1について表皮材とコア材との比誘電率差が1.5より大きい場合について高比誘電率層の比誘電率最適値を求めたものである。なお、図3は実施の形態2において、入射角0～70度までの透過損失変動の高比誘電率層の比誘電率に対する依存性を説明するための図である。また、実施の形態2に係るレドームの構成とその製造工程は実施の形態1において、図1を参照して説明したことと同様であり、その説明は省略する。

## 【0024】

この実施の形態2は、上述したように表皮材とコア材との比誘電率差が1.5より大きい場合について高比誘電率層の比誘電率最適値を求めたものであって、まず、比誘電率の異なる高比誘電率層を有するサンドイッチパネルについて、入射角0～70度までの透過損失を測定し、その変動を調べた。図3にその結果を示し、同図から比誘電率が10以上55以下のとき良好なレドーム特性が得られた。

## 【0025】

高比誘電率層の比誘電率が10未満または55よりも大きいときは、透過損失が0.5dB以上になる、あるいは透過損失が0.2dB以上の変動を持つため、アンテナの利得は低下する。

## 【0026】

高比誘電率層の比誘電率を10以上55以下に調整するためには、例えば比誘電率3500であるBaTiO<sub>3</sub>を主成分とするセラミック粉末などを樹脂に所定量添加することができる。

## 【0027】

この実施の形態2においては、コア材に誘電率調整材料を添加していないので、表皮材とコア材との比誘電率差は1.5よりも大きい。このとき高比誘電率層の比誘電率を10以上55以下としたことによって、0~70度までの広い入射角に渡って透過損失を0.5dB以下に抑えることが可能となる。これは透過損失が0.3dB以下であった実施の形態1よりも大きい値であるが、実用上の問題はない。

## 【0028】

この実施の形態2においては、表皮材に用いる強化纖維として例えばクオーツ纖維を用いたが、他の強化纖維を用いても同様な効果を得ることができる。また、高比誘電率層の比誘電率を調整するためにBaTiO<sub>3</sub>を主成分とするセラミック粉末を材料に添加したが、BaTiO<sub>3</sub>、CaTiO<sub>3</sub>、MgTiO<sub>3</sub>、SrTiO<sub>3</sub>、(Zr, Sn)TiO<sub>4</sub>、BaTi<sub>4</sub>O<sub>9</sub>、Ba<sub>2</sub>Ti<sub>9</sub>O<sub>20</sub>、(Mg, Ca)TiO<sub>3</sub>、Ba(Zr, Ti)O<sub>3</sub>、Ba(Mg, Ta)O<sub>3</sub>、Ba(Zn, Ta)O<sub>3</sub>、BaTiO<sub>4</sub>、WO<sub>3</sub>、TiO<sub>2</sub>、Bi<sub>4</sub>Ti<sub>3</sub>O<sub>12</sub>、BaZrO<sub>3</sub>、CaSnO<sub>3</sub>、アルミナ、シリコンのうちの少なくとも何れか1つを添加しても同様の効果を得ることができる。

## 【0029】

またこの発明の取りうる実施の形態として、比誘電率を調整するためにセラミック粉末の一種であるTiO<sub>2</sub>をコア材料に添加する場合があるが、この場合は樹脂材料としてエポキシなどを用いる。

## 【0030】

## 【発明の効果】

以上のように、この発明によれば、レドーム壁を、表皮材、コア材、高比誘電率層、コア材、表皮材の順に積層した構成としたので、広い範囲の入射角に渡っ

て電磁波の損失を低くすることができ、また、入射角に対する損失の分布が小さいものが得られる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1に係るレドームを説明するための図である。

【図2】 実施の形態1において、入射角0～70度までの透過損失変動の高比誘電率層の比誘電率に対する依存性を説明するための図である。

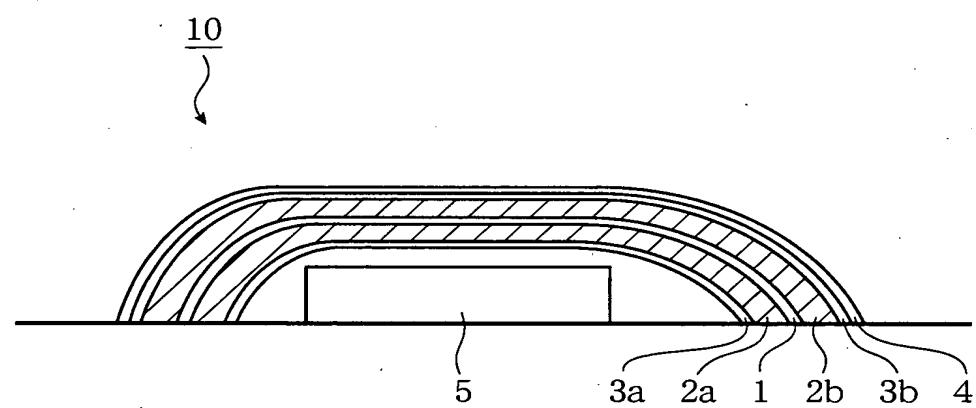
【図3】 実施の形態2において、入射角0～70度までの透過損失変動の高比誘電率層の比誘電率に対する依存性を説明するための図である。

【符号の説明】

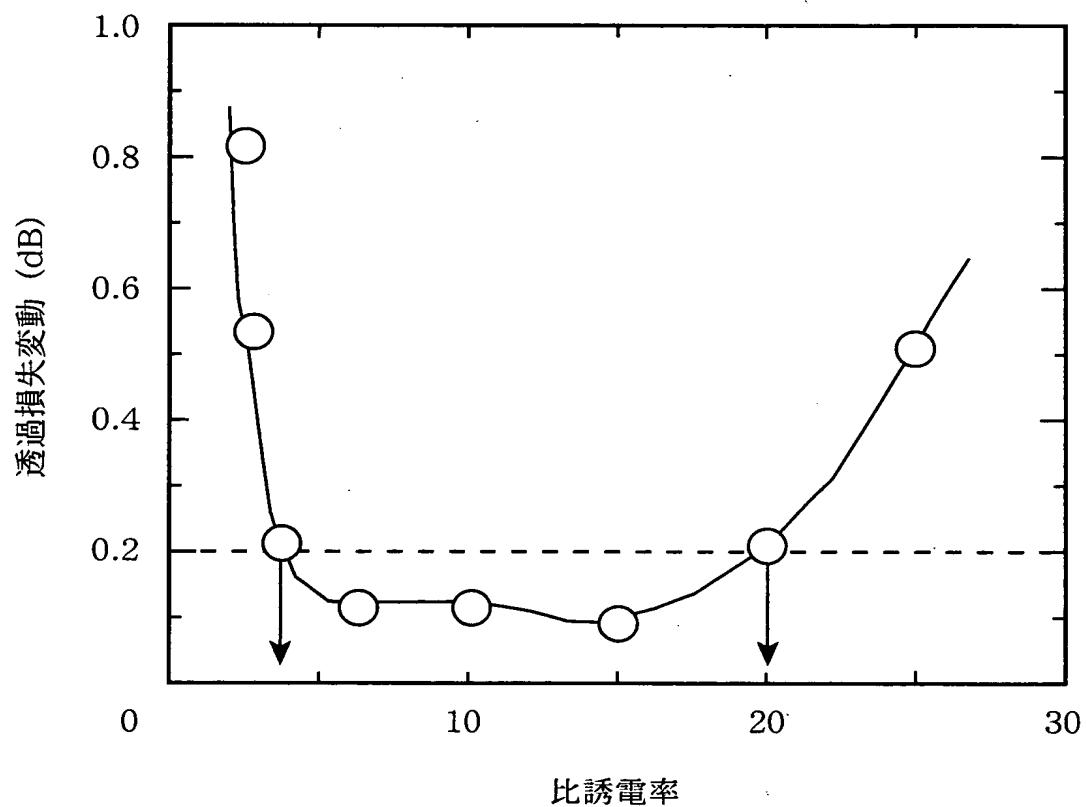
- 1 高比誘電率層、2a, 2b コア材、3a, 3b 表皮材、4 塗装材、  
5 アンテナ。

【書類名】 図面

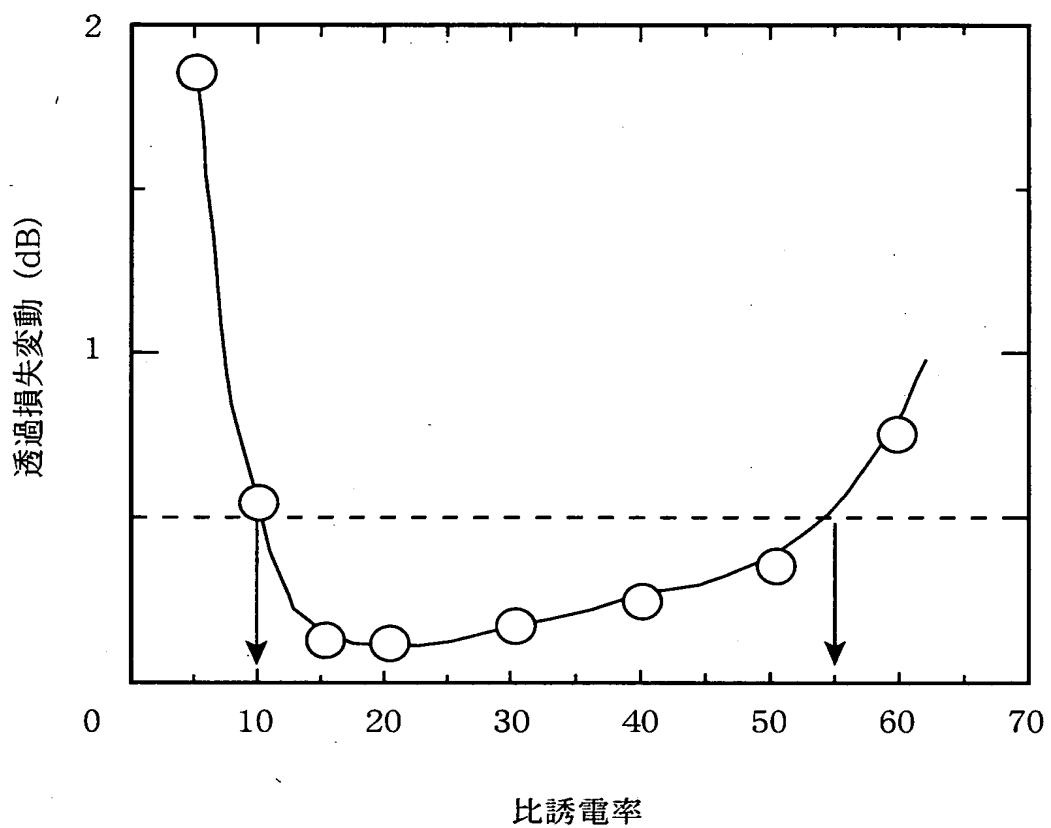
【図1】



【図2】



【図3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 従来のレドームは表皮材とコア材の界面で比誘電率の差による電磁波の反射が起り、反射損失が大きくなるという問題があった。特に航空機上面に搭載するレドームでは、空気抵抗を低減するために空力学的形状を取るので、電磁波のレドーム壁への入射角が大きくなるという特徴があり、電磁波の反射損失が一層大きくなるという問題があった。

【解決手段】 レドーム10は高比誘電率層1を挟んで両側にコア材2a, 2bが積層され、さらにそれらを挟んで表皮材3a, 3bが積層されている。また、外側に積層された表皮材3bの上に塗装材4が塗装されている。レドーム10にはアンテナ5が収容される。高比誘電率層1は、表皮材3a, 3b及びコア材2a, 2bよりも高い比誘電率を有する層である。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000006013]

1. 変更年月日 1990年 8月24日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号

氏 名 三菱電機株式会社